

03500.017626.

PATENT APPLICATION

IPW

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

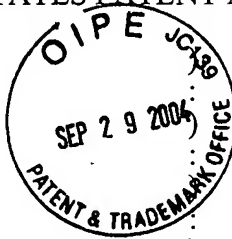
In re Application of:

YASUHIRO SEKINE ET AL.

Application No.: 10/676,085

Filed: October 2, 2003

For: SOLID STATE IMAGE PICKUP
ELEMENT AND METHOD OF
MANUFACTURING A SOLID
STATE IMAGE PICKUP ELEMENT :



Examiner: Not Yet Assigned

Group Art Unit: 2811

September 28, 2004

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

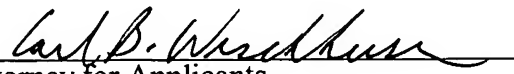
Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed are certified copies of the following foreign applications:

2002-296491 filed October 9, 2002.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,


Attorney for Applicants
Carl B. Wischhusen
Registration No. 43,279

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

CF 0-19620

BEST AVAILABLE COPY

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年10月 9日

願番号
Application Number: 特願2002-296491

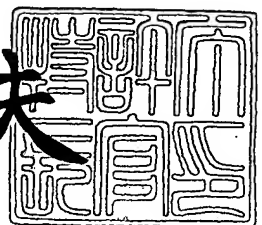
[T-10/C]: [JP2002-296491]

願人
Applicant(s): キヤノン株式会社

2003年10月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 4813030

【提出日】 平成14年10月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 5/20

【発明の名称】 固体撮像素子の製造方法

【請求項の数】 1

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 関根 康弘

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 森 茂樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100088328

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 金田 暢之

 【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

 【識別番号】 100106297

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106138

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089681

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像素子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ネガ型カラーレジストから成る複数色のカラーフィルタを有する固体撮像素子の製造方法であって、

所定の膜上に第 1 のカラーフィルタと成るネガ型カラーレジストを全面に塗布し、

所定の位置に露光光を照射し、現像することで前記第 1 のカラーフィルタを形成し、

前記第 1 のカラーフィルタを覆うように第 2 のカラーフィルタと成るネガ型カラーレジストを全面に塗布し、

前記第 1 の囲まれる領域よりも小さい領域に露光光を照射し、現像することで前記第 2 のカラーフィルタを形成する固体撮像素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明はカラー画像を撮像するためのカラーフィルタを有する固体撮像素子に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、カラービデオカメラやカラスチルカメラ等で用いる固体撮像素子として図 8 に示す構成が知られている。

【0 0 0 3】

図 8 は従来の固体撮像素子の構造を示す側断面図である。

【0 0 0 4】

図 8 に示すように、固体撮像素子は、半導体基板 1 0 0 の表面近傍に、入射光量に応じた信号電荷を発生する光電変換部 1 1 0 を備えた構成である。光電変換部 1 1 0 は格子状に配列された複数の画素毎に設けられている。

【0 0 0 5】

各画素には、光電変換部 110 で発生した信号電荷に対応する画素信号を生成し、固体撮像素子のエッジに設けられた垂直走査回路（不図示）からの制御信号にしたがって水平走査回路（不図示）へ該画素信号を転送するための駆動回路が形成されている。

【0006】

図 8 に示すように、半導体基板 100 上には、上記駆動回路を構成するトランジスタのゲート電極 109 が形成され、その上には駆動回路の回路構成に応じて複数の配線層が形成されている。なお、図 8 では 2 つの配線層 105、107 が形成された構成例を示している。また、ゲート電極下の半導体基板にはトランジスタのソース・ドレインとなる不図示の拡散層が形成されている。

【0007】

配線層にはアルミニウム (A1) 等を用いて所望の形状にパターニングされた配線が形成され、各配線層間は、例えば SiO_2 から成る層間絶縁膜 106、108 で絶縁されている。

【0008】

また、最も上の配線層 105 上には、その配線を覆うようにして、例えばアクリル系樹脂からなる第 1 の平坦化膜 104 が形成され、第 1 の平坦化膜 104 上には各画素に対応して入射光を分光するためのカラーフィルタ 103 が設けられている。カラーフィルタ 103 は、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の 3 原色の顔料を含むフォトレジストを用いて、画素毎に 1 色のカラーフィルタで覆われるように形成される。

【0009】

カラーフィルタ 103 上には、光透過性を有する第 2 の平坦化膜 102 が形成され、その上には光電変換部 110 に入射光を集光するための集光レンズであるマイクロレンズ 101 が形成されている。

【0010】

図 9 は図 8 に示した従来のカラーフィルタの形成手順を示す側断面図である。

【0011】

図 8 に示したカラーフィルタを形成する場合、まず、第 1 の平坦化膜 104 の

表面に、例えば緑（G）の顔料が分散されたネガ型のカラーレジストを塗布する。続いて、緑のカラーフィルタ（以下、Gフィルタと称す）の形成すべき位置を除いて遮光部が形成されたマスクを用いて、例えば波長365nmの紫外線を照射し、現像することで、図9（a）に示すように第1の平坦化膜上にGフィルタ103Gを形成する。このとき、Gフィルタ103Gのパターン寸法はボトム部位（第1の平坦化膜104側）で9.0 μ mとする。

【0012】

次に、図9（b）に示すように、赤（R）の顔料が分散されたネガ型のカラーレジスト103Aを、Gフィルタ103Gを覆うように第1の平坦化膜104上の全面に塗布し、赤のカラーフィルタ（以下、Rフィルタと称す）の形成すべき位置を除いて遮光部が形成されたマスクを用いて、例えば波長365nmの紫外線を照射する。

【0013】

ここで、従来の固体撮像素子の製造方法では、Gフィルタ103Gで囲まれる領域の幅に等しい9.0 μ m幅の透過部が形成されたマスクを用いて紫外線を照射し（図9（b）参照）、現像することでRフィルタ103Rを形成する。この場合、図9（c）に示すようにRフィルタ103RのエッジはGフィルタ103Gと接する部位で隆起する。さらに、紫外線の照射エネルギーを増加させると、図9（d）に示すように照射エネルギーの増加に伴ってGフィルタ103Gのエッジに乗り上げてゆく。なお、従来の固体撮像素子の製造方法では、Gフィルタで囲まれる領域の幅よりもわずかに狭い透過部を備えたマスクを用いて紫外線を照射することでRフィルタ103Rを形成する場合もある。

【0014】

なお、カラーフィルタを除く他の構成要素の製造方法については、本発明の特徴と関係がないため、ここでは詳細な説明を省略するが、それぞれの構成要素に最適な形状が得られれば、周知のどのような製造方法を用いて形成してもよい。

【0015】

ところで、チップサイズの大きな固体撮像素子では、上記垂直走査回路及び水平走査回路を含む撮像領域が露光装置の1ショットで露光可能な範囲（フィール

ドサイズ) よりも大きいため、撮像領域を複数の露光領域に分割し、これら分割されたパターンを繋ぎ合わせることで所望の撮像領域を形成する分割露光法が採用されている(例えば、特許文献1参照)。

【0016】

また、近年の固体撮像素子では、画素の高集積化に伴って様々な製造ばらつき(マスク寸法差、マイクロレンズのディストーション成分、1ショット内の露光量分布、マスクのアライメント精度、レジスト特性の経時変化等)が発生するため、カラーフィルタの寸法や形状のばらつき、あるいは位置ずれが生じ、隣接するカラーフィルタどうしが重なって形成される場合や隙間が空いて形成される場合がある。

【0017】

上述の固体撮像素子の製造方法では、カラーフィルタの角部は露光装置の解像度の低下により円弧状に形成されるため、このような角部にもカラーフィルタが形成されない隙間が生じる。また、上述したようにカラーレジストの露光に用いる紫外線の照射エネルギーが必要以上に大きい場合や、隣接するカラーフィルタの位置関係が設計値よりも接近する形で位置合わせされた場合には、隣接するカラーフィルタどうしが重なることもある。これらカラーフィルタの重なりや隙間を無くす一例が、例えば特許文献2で開示されている。特許文献2では、3種類のカラーフィルタを順次重ねて形成し、その後最下層のカラーフィルタが露出するまで上層のカラーフィルタを除去することで隣接するカラーフィルタ間の隙間を無くす手法が記載されている。

【0018】

【特許文献1】

特開平5-6849号公報

【特許文献2】

特開平10-209410号公報

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように固体撮像素子のカラーフィルタは、通常、フォトリソグラフィ

一技術を用いて製造される。また、幅が数ミクロン程度となる近年の固体撮像素子の画素を正確に形成するためには縮小投影露光装置、いわゆるステッパーと呼ばれる露光装置を用いてパターンが露光される。

【0020】

カラーフィルタの形成時に製造プロセスのばらつきやマスクの位置ずれが発生した場合、そのばらつき量によってカラーフィルタの寸法や位置が変化するため、露光ショット毎にカラーフィルタの形状、寸法、カラーフィルタ間の隙間や重なり量が異なってしまう。また、上記Rフィルタを形成するための紫外線照射時に、Gフィルタに囲まれる領域の幅よりも狭いマスクを用いた場合も、製造プロセスのばらつきやマスクの位置ずれによってRフィルタの寸法や位置が変化するため、カラーフィルタ間の隙間や重なり量が露光ショット面内で分布をもつように変化する、或いは露光ショット毎にも変動することがあった。

【0021】

チップサイズが露光装置のフィールドサイズ内に収まる一般的な固体撮像素子の場合、一度の露光処理でパターンが形成される。その場合、上記のようにカラーフィルタ間で隙間や重なりが存在すると、隙間や重なりはチップ面内で連続的に2次元的に変化するような形で発生するため、光電変換部に入射する光量は2次元的な分布を持った形で撮像領域内で変化する。したがって、出力される画素信号には隙間の幅や重なり量の変化に対応したシェーディング成分や混色成分が含まれることになり、撮像画像の劣化の原因となっていた。

【0022】

また、上述した分割露光法により形成された固体撮像素子では、分割された露光領域毎にカラーフィルタの寸法や位置が変化するため、各露光領域のカラーフィルタを同一の寸法で、かつ同じアライメント状態で形成することが極めて困難である。

【0023】

被写体からの光は、例えば、図10のa、またはbで示すような光路で固体撮像素子の表面に形成されたマイクロレンズに入射される。ここで、光線aは、マイクロレンズ、第1の平坦化層、第2の平坦化層、カラーフィルタ、及び複数の

層間絶縁膜を透過して光電変換部へ到達する。また、光線 b のように画素の境界部位に入射した光はカラーフィルタの境界や配線層で、散乱、反射、屈折、回折などを起こした後、その成分の一部が光電変換部に到達する。

【 0 0 2 4 】

カラーフィルタの境界部分に隙間があると、入射する光の絶対量は、同じ隙間にカラーフィルタが存在する場合と比較して約 3 倍となるため、隙間の幅が異なる場合は散乱、反射、屈折、回折などにより光電変換部に到達する光の量が変化してしまう。さらに、隣接するカラーフィルタどうしで重なりや隙間があると、カラーフィルタ上に形成される第 2 の平坦化膜の表面が十分に平坦化されず、カラーフィルタの重なり部位や隙間部位で凹凸が生じてしまう。

【 0 0 2 5 】

例えば、カラーフィルタの隙間部位上に生じる第 2 の平坦化膜の凹部は、図 1 1 (a) に示すようにレンズと同様に作用して入射光を分散させる。その結果、分散された光がカラーフィルタを通過して光電変換部へ到達し、画素間で入射光量にばらつきが生じてしまう。

【 0 0 2 6 】

一方、カラーフィルタの重なり部位では、膜厚が厚いカラーフィルタを通過することで光電変換部に到達する光の光量が減衰するため、画素間で入射光量にばらつきが生じてしまう。また、隣接するカラーフィルタは、通常、色が異なっているため、カラーフィルタの重なり部位を通過することで混色した光が光電変換部に到達してしまう。さらに、カラーフィルタの重なり部位上に図 1 1 (b) に示すように第 2 の平坦化膜の凸部が発生するため、第 2 の平坦化膜の凸部による光の屈折により光電変換部に間接的に入射する光の量が変化する。したがって、同一条件で被写体からの光が各画素に入射されても光電変換部に入射される光の絶対量は画素毎に異なってしまう。

【 0 0 2 7 】

したがって、上述した分割露光法を用いてカラーフィルタを形成する場合は、図 1 2、あるいは図 1 3 に示すように分割された露光領域（第 1 の露光領域、第 2 の露光領域）毎にカラーフィルタの重なり量や隙間量が変わるため、このこと

が各露光領域における入射光量に対する画素信号の電圧値（光検出感度）の差に反映され、撮像画像の明暗の相違として認識されてしまう。よって、分割露光法で形成された固体撮像素子を用いて撮像を行った場合、分割された露光領域の境界に対応する撮像画像の部位に目視で確認できるスジ状の画像ムラが発生してしまう問題があった。

【0028】

カラーフィルタの重なりや隙間は、上述したように主として露光工程に起因して発生する。したがって、露光に用いるマスク寸法の高精度化、マスクの位置ずれ補正、あるいは各露光領域における露光エネルギー差の補正、カラーフィルタとなるレジスト特性の均一化等、様々な手法を用いることで重なり量や隙間量を小さくすることはできる。しかしながら、露光領域内におけるプロセスばらつき、面内分布を完全にゼロに抑えることは不可能であり、しかも上記分割露光法を採用する限り露光領域間の露光工程差を完全に無くすることは不可能であり、各露光領域における光検出感度の差を一定値以下に抑え込むことは従来困難であった。

【0029】

本発明は上記したような従来の技術が有する問題点を解決するためになされたものであり、一般的なフォトリソグラフィ技術によってカラーフィルタを形成するときに発生する光電変換部特性の面内分布を飛躍的に低減すること、また分割露光法を用いてカラーフィルタを形成することで発生する、各露光領域間の撮像画像の画像ムラを低減できる固体撮像素子の製造方法及び固体撮像素子を提供することを目的とする。

【0030】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため本発明の固体撮像素子の製造方法は、ネガ型カラーレジストから成る複数色のカラーフィルタを有する固体撮像素子の製造方法であって、

所定の膜上に第1のカラーフィルタと成るネガ型カラーレジストを全面に塗布し、

所定の位置に露光光を照射し、現像することで前記第1のカラーフィルタを形成し、

前記第1のカラーフィルタを覆うように第2のカラーフィルタと成るネガ型カラーレジストを全面に塗布し、

前記第1の囲まれる領域よりも小さい領域に露光光を照射し、現像することで前記第2のカラーフィルタを形成する方法である。

【0031】

上記のような固体撮像素子の製造方法では、第2のカラーフィルタの露光時に、露光条件を標準的条件から変えることで第2のカラーフィルタのパターンを太くすることが可能になる。したがって、製造プロセスのばらつきやアライメント状態のばらつきが存在する場合でも、カラーフィルタの寸法及び位置は、隣接するカラーフィルタの大きさで規定されて隙間なく安定して形成される。

【0032】

【発明の実施の形態】

次に本発明について図面を参照して説明する。

【0033】

(第1実施例)

図1は本発明の固体撮像素子の第1実施例の製造手順を示す断面図である。

【0034】

なお、図1に示す固体撮像素子は、画素ピッチが $9\mu\text{m}$ であり、カラーフィルタは図12及び図13で示した従来の固体撮像素子と同様にベイア配列された構成とする。また、固体撮像素子の構成は、カラーフィルタの形状が異なることを除けば図8に示した従来の固体撮像素子と同様であるため、その説明は省略する。

【0035】

本実施例の固体撮像素子の製造方法では、まず、図1(a)に示すように、第1の平坦化膜の表面に、例えば緑(G)の顔料が分散されたネガ型のカラーレジストを塗布する。続いて、Gフィルタの形成すべき位置を除いて遮光部が形成されたマスクを用いて、例えば波長 365nm の紫外線を照射し、現像することで

第1の平坦化膜4上にGフィルタ3Gを形成する。本実施例では、Gフィルタ3Gのパターン寸法がボトム部位（第1の平坦化膜側）で $9.0\mu\text{m}$ となるように形成する。

【0036】

次に、図1（b）に示すように、赤（R）の顔料が分散されたネガ型のカラーレジスト3Aを、Gフィルタ3Gを覆うように第1の平坦化膜4上の全面に塗布し、Rフィルタ3Rの形成すべき位置を除いて遮光部が形成されたマスクを用いて、例えば波長 365nm の紫外線を照射する。

【0037】

本実施例の固体撮像素子の製造方法では、マスクが位置ずれを起こしてもRフィルタ3RがGフィルタ3Gに重なって形成されることのない、例えば図1（b）に示すようにGフィルタ3Gで囲まれる領域のエッジから $0.25\mu\text{m}$ 離れた $8.5\mu\text{m}$ 角の透過部が形成されたマスクを用いて紫外線を照射する。

【0038】

ここで、紫外線の照射エネルギーが小さい場合、現像の後、Rフィルタ3Rは、図1（c）に示すようにGフィルタ3Gに囲まれた領域の中に島状に孤立して形成される。また、紫外線の照射エネルギーを増加させると（オーバー露光）、照射エネルギーの増加に伴ってRフィルタ3Rは次第に太くなり、図1（d）に示すようにGフィルタ3Gのエッジと接触する。さらに、紫外線の照射エネルギーを増加させると、Gフィルタ3Gで囲まれる領域が埋まるまでRフィルタ3Rの寸法が増加し、照射エネルギーを最適化することで、図1（e）のようにGフィルタ3Gに囲まれた領域内にほぼ完全にRフィルタ3Rが埋設される。

【0039】

このとき、照射エネルギーを増加させてもGフィルタ3Gのエッジと接触した段階でRフィルタ3Rの寸法増加が抑制されるため、Rフィルタ3RはGフィルタ3G上に乗り上げることはない。このことは、Rフィルタ3Rの寸法がGフィルタ3Gの形状、寸法によって規定されることを示している。

【0040】

したがって、本実施例の固体撮像素子の製造方法によれば、製造プロセスのば

らつきやアライメント状態のばらつきが存在する場合でも、カラーフィルタの寸法及び位置は、先に形成された隣接するカラーフィルタの大きさで規定されて隙間なく安定して形成される。

【0041】

また、分割露光を用いて形成する固体撮像素子のカラーフィルタ製造工程に適用することで、露光ショット間でプロセスばらつきが存在する場合でも、図2に示すように隣接するカラーフィルタ間の間隔を露光領域（第1の露光領域、第2の露光領域）毎にほぼ同等に保つことが可能になり、各露光領域間の撮像画像の画像ムラを低減できる。

【0042】

本実施例の固体撮像素子を用いて撮像した画像には、カラーフィルタの製造工程で分割露光法を用いても、各露光領域の境界に対応する撮像画像の部位に目視で確認できるスジ状の画像ムラは認められなかった。

【0043】

（第2実施例）

図3は本発明の固体撮像素子の第2実施例の製造手順を示す断面図である。

【0044】

なお、図3に示す固体撮像素子は、第1実施例と同様に、画素ピッチが $9\mu\text{m}$ であり、カラーフィルタはベイア配列された構成とする。

【0045】

第2実施例の固体撮像素子の製造方法では、まず、図3（a）に示すように、第1の平坦化膜4の表面に、例えば緑（G）の顔料が分散されたネガ型のカラーレジストを塗布する。続いて、Gフィルタ13Gの形成すべき位置を除いて遮光部が形成されたマスクを用いて、例えば波長 365nm の紫外線を照射し、現像することで第1の平坦化膜4上にGフィルタ13Gを形成する。

【0046】

本実施例では、Gフィルタ13Gの露光時に照度分布を持つように紫外線を照射する。すなわち、露光する領域のエッジ部における露光コントラストを上げることで、Gフィルタ13Gのパターン寸法がボトム部位（第1の平坦化膜側）で

9. $1\ \mu\text{m}$ となるように形成する。この場合、Gフィルタ 13 Gのエッジは図 3 (a) に示すようにテーパ状になる。なお、露光領域のエッジにおける露光コントラストを下げる方法としては、露光光のフォーカスをずらせばよい。

【0047】

次に、図 3 (b) に示すように、赤 (R) の顔料が分散されたネガ型のカラーレジスト 13 A を、Gフィルタ 13 G を覆うように第 1 の平坦化膜 4 上の全面に塗布し、Rフィルタ 13 R の形成すべき位置を除いて遮光部が形成されたマスクを用いて、例えば波長 $365\ \text{nm}$ の紫外線を照射する。

【0048】

第 2 実施例では、Gフィルタ 13 G で囲まれる領域の幅が $8.9\ \mu\text{m}$ であり、Gフィルタ 13 G のエッジから離れた領域内に紫外線を照射する。具体的には、Rフィルタ 13 R 形成時に、マスクが位置ずれを起こしても Rフィルタ 3 R が Gフィルタ 3 G に重なって形成されることのない、Gフィルタ 13 G のエッジから $0.25\ \mu\text{m}$ 離れた $8.4\ \mu\text{m}$ 角の領域内に紫外線を照射する。

【0049】

ここで、紫外線の照射エネルギーが小さい場合は、現像後、Rフィルタ 13 R は、図 3 (c) に示すように Gフィルタ 13 G で囲まれた領域の中に島状に孤立して形成される。また、紫外線の照射エネルギーを増加させると、照射エネルギーの増加に伴って Rフィルタ 13 R は次第に太くなり、図 3 (d) に示すように Gフィルタ 13 G のエッジと接触する。さらに、紫外線の照射エネルギーを増加させると、Gフィルタ 13 G で囲まれる領域内が埋まるまで Rフィルタ 13 R の寸法が増加し、照射エネルギーを最適化することで、図 3 (e) に示すように Gフィルタに囲まれた領域内にほぼ完全に Rフィルタ 13 R が埋設される。このとき、Rフィルタ 13 R のエッジは図 3 (e) に示すように Gフィルタ 13 G の形状と合うように逆テーパ状になる。

【0050】

本実施例では、Gフィルタ 13 G のエッジをテーパ状に形成することで、Rフィルタ 13 R を埋め込み形成する際、Gフィルタ 13 G のエッジに局所的な変形等が存在する場合でも埋め込み部分にボイドなどの欠陥が発生しにくくなった

。なお、隣接するカラーフィルタどうしのテーパ部の重なり量は、隙間からの光の透過を完全に防止するために $0.1\ \mu\text{m}$ 以上であることが望ましい。

【0051】

本実施例では、各カラーフィルタのエッジがテーパ状に形成されるため、隣接するカラーフィルタどうしの接合部分に隙間が生じないようになる。

【0052】

したがって、分割露光を用いて形成する固体撮像素子のカラーフィルタ製造工程に適用することで、露光ショット間でプロセスばらつきが存在する場合でも、隣接するカラーフィルタ間の間隔を露光領域毎にほぼ同等に保つことができる。

【0053】

なお、本実施例では、R フィルタ 1 3 R の形成時に紫外線の照射エネルギーが少ないと、図 4 (a) に示すように、カラーフィルタのエッジ部で上面に僅かな隙間が生じる。また、R フィルタ 1 3 R の形成時に紫外線の照射エネルギーが多いと、図 4 (b) に示すように、カラーフィルタのエッジ部で上面に僅かな重なりが生じる。しかしながら、このような構成でも隣接するカラーフィルタ 1 3 間の隙間からの光の進入が防止され、カラーフィルタ 1 3 上に形成される第 2 の平坦化膜 2 の表面に発生する凹凸も小さくなる。したがって、画素間での光電変換部に到達する入射光量のばらつきが発生しない。

【0054】

また、本実施例では、カラーフィルタ 1 3 のエッジは、図 5 (a) に示すようにテーパ状あるいは逆テーパ状である必要はなく、隣接するカラーフィルタどうしが組み合わされる形状であれば、例えば、図 5 (b)、(c) に示すようにカラーフィルタ 1 3 のエッジが楔形に形成されていてもよい。このような形状はカラーレジストの露光する領域のエッジ部における露光コントラストを変化させることで実現可能である。

【0055】

(第 3 実施例)

図 6 は本発明の固体撮像素子の第 3 実施例の製造手順を示す断面図である。

【0056】

なお、図6に示す固体撮像素子は、第1実施例と同様に、画素ピッチが $9\mu\text{m}$ であり、カラーフィルタはベイア配列された構成とする。

【0057】

第3実施例の固体撮像素子の製造方法では、まず、第1実施例と同様に第1の平坦化膜4の表面に、例えば緑（G）の顔料が分散されたネガ型のカラーレジストを塗布する。続いて、Gフィルタ23Gの形成すべき位置を除いて遮光部が形成されたマスクを用いて、例えば波長 365nm の紫外線を照射し、現像することで、図6（a）に示すように第1の平坦化膜上にGフィルタ23Gを形成する。本実施例では、Gフィルタ23Gの露光時に照度分布を持つように紫外線を照射する。すなわち、露光する領域のエッジ部における露光コントラストを上げることで、Gフィルタのパターン寸法がボトム部位（第1の平坦化膜4側）で $9.1\mu\text{m}$ となるように形成する。この場合、Gフィルタ23Gのエッジは図6（a）に示すようにテーパ状になる。なお、露光領域のエッジにおける露光コントラストを下げる方法としては、露光光のフォーカスをずらせばよい。

【0058】

次に、図6（b）に示すように、赤（R）の顔料が分散されたネガ型のカラーレジスト23AをGフィルタ23Gを覆うように第1の平坦化膜4上の全面に塗布し、Rフィルタ23Rの形成すべき位置を除いて遮光部が形成されたマスクを用いて、例えば波長 365nm の紫外線を照射する。

【0059】

このとき、第2実施例と同様にGフィルタ23Gで囲まれる領域の幅は $8.9\mu\text{m}$ であり、第3実施例では、このGフィルタ23Gで囲まれる領域内を、照度分布を持つように紫外線を照射する（図6（b）参照）。すなわち、露光する領域のエッジにおける露光コントラストを下げて形成する。

【0060】

ここで、紫外線の照射エネルギーが小さい場合は、現像後に図6（c）に示すようにGフィルタ23Gで囲まれる領域の中に島状に孤立してRフィルタ23Rが形成される。

【0061】

一方、照射エネルギーを増加させると、Rフィルタ23Rは次第に太くなり、図6（d）に示すように、Gフィルタ23Gのエッジ部分と接触する。さらに、照射エネルギーを増加させると、Gフィルタ23Gで囲まれる領域を埋めるようにパターン寸法が増加する。

【0062】

したがって、照射エネルギーを最適化することで、図6（e）に示すようにGフィルタ23で囲まれる領域をほぼ完全に埋めるようにRフィルタ23Rを形成できる。

【0063】

本実施例では、第2実施例と同様に、各カラーフィルタ23のエッジがテーパ状に形成されるため、隣接するカラーフィルタどうしの接合部分に隙間が生じないようになる。

【0064】

したがって、分割露光を用いて形成する固体撮像素子のカラーフィルタ製造工程に適用することで、露光ショット間でプロセスばらつきが存在する場合でも、隣接するカラーフィルタ間の間隔を露光領域毎にほぼ同等に保つことができる。

【0065】

なお、上記第2実施例及び第3実施例では、露光領域のエッジにおける露光コントラストを下げる方法として、露光光のフォーカスをマスク表面からずらす方法を用いたが、マスクのエッジの透過率を段階的に変化させ（光学濃度にグラデーションを持たせることで）、露光領域のエッジ部位における露光コントラストを下げて良好な結果を得ることができる。

【0066】

また、上記第1実施例～第3実施例の説明では、Gフィルタを形成した後、Rフィルタを形成する例を示したが、カラーフィルタの形成順は、この順に限定されるものではなく、Gフィルタ、Rフィルタ、及び青のカラーフィルタ（以下、Bフィルタと称す）を任意の順に形成してもよい。その場合、後から形成する2色のフィルタを各実施例のRフィルタの形成方法と同様の手法を用いて形成すればよい。

【 0 0 6 7 】

(第 4 実施例)

図 7 は本発明の固体撮像素子の第 4 実施例の構成を示す上面図である。

【 0 0 6 8 】

図 2 に示したように、カラーフィルタの角部は、辺と異なって露光の際のコントラストが小さくなるため、製造プロセスのばらつきに起因してパターンの形状が変化しやすい問題がある。

【 0 0 6 9 】

本実施例では、図 7 (a) ~ (c) に示すように、露光コントラストが小さくなるカラーフィルタの角部を、隣接するカラーフィルタのうち、いずれか一方で埋めることで隙間を無くす構成である。

【 0 0 7 0 】

カラーフィルタの角部には、露光時に用いるマスクの透過部の角部に隙間を埋めるための微少パターンを設け、該マスクを用いてカラーレジストを露光すればよい。

【 0 0 7 1 】

このようにカラーフィルタの角部を隣接するカラーフィルタで埋めることで、角部の隙間のばらつきによる各露光領域間の撮像画像の画像ムラが低減される。特に第 1 実施例 ~ 第 3 実施例の製造方法と第 4 実施例とを組み合わせることで、カラーフィルタ間の隙間が完全に無くなるため、各露光領域間の撮像画像の画像ムラを第 1 実施例 ~ 第 3 実施例よりもさらに低減できる。

【 0 0 7 2 】

なお、図 7 (a) は各カラーフィルタの角部に G フィルタが形成された例、図 7 (b) は各カラーフィルタの角部に B フィルタが形成された例、図 7 (c) は各カラーフィルタの角部に R フィルタが形成された例を示している。

【 0 0 7 3 】

次に本発明の実地態様の例を以下に列挙する。

【 0 0 7 4 】

〔実地態様 1〕 ネガ型カラーレジストから成る複数色のカラーフィルタを有

する固体撮像素子の製造方法であって、

所定の膜上に第 1 のカラーフィルタと成るネガ型カラーレジストを全面に塗布し、

所定の位置に露光光を照射し、現像することで前記第 1 のカラーフィルタを形成し、

前記第 1 のカラーフィルタを覆うように第 2 のカラーフィルタと成るネガ型カラーレジストを全面に塗布し、

前記第 1 の囲まれる領域よりも小さい領域に露光光を照射し、現像することで前記第 2 のカラーフィルタを形成する固体撮像素子の製造方法。

【 0 0 7 5 】

〔実地態様 2〕 前記第 2 のカラーフィルタの形成時に露光する領域のエッジで、標準的な露光条件よりもオーバー露光させる実地態様 1 に記載の固体撮像素子の製造方法。

【 0 0 7 6 】

〔実地態様 3〕 前記第 1 のカラーフィルタの形成時に露光する領域のエッジ、または前記第 2 のカラーフィルタの形成時に露光する領域のエッジの少なくともいずれか一方で、露光コントラストを標準的な露光条件よりも小さくする実地態様 1 に記載の固体撮像素子の製造方法。

【 0 0 7 7 】

〔実地態様 4〕 前記第 1 のカラーフィルタの形成時に露光する領域のエッジ、または前記第 2 のカラーフィルタの形成時に露光する領域のエッジの少なくともいずれか一方で、露光光の焦点位置を標準的な露光条件からずらす実地態様 2 または 3 に記載の固体撮像素子の製造方法。

【 0 0 7 8 】

〔実地態様 5〕 前記第 1 のカラーフィルタの形成時に露光する領域のエッジ、または前記第 2 のカラーフィルタの形成時に露光する領域のエッジの少なくともいずれか一方で、露光光の光学濃度にグラデーションを持たせる実地態様 2 乃至 4 のいずれか 1 つの実地態様記載の固体撮像素子の製造方法。

【 0 0 7 9 】

〔実地態様 6〕 複数色のカラーフィルタを有する固体撮像素子であって、隣接するカラーフィルタどうしが互いに組み合わせられるように、該カラーフィルタのエッジがテーパー状、または逆テーパー状である固体撮像素子。

【0 0 8 0】

〔実地態様 7〕 複数色のカラーフィルタを有する固体撮像素子であって、隣接するカラーフィルタどうしが互いに組み合わせられるように、該カラーフィルタのエッジが楔形である固体撮像素子。

【0 0 8 1】

〔実地態様 8〕 隣接するカラーフィルタのうち、少なくともいずれか一方のカラーフィルタが角部に形成された実施態様 6 または 7 記載の固体撮像素子。

【0 0 8 2】

〔実地態様 9〕 隣接するカラーフィルタどうしの重なり量が $0.1 \mu\text{m}$ 以上である実施態様 6 乃至 8 のいずれか 1 つの実施態様に記載の固体撮像素子。

【0 0 8 3】

【発明の効果】

本発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載する効果を奏する。

【0 0 8 4】

製造プロセスのばらつきやアライメント状態のばらつきが存在する場合でも、カラーフィルタの寸法及び位置は、隣接するカラーフィルタの大きさで規定されて隙間なく安定して形成される。

【0 0 8 5】

また、分割露光を用いて形成する固体撮像素子のカラーフィルタ製造工程に適用することで、露光ショット間でプロセスばらつきが存在する場合でも、隣接するカラーフィルタ間の間隔を露光領域毎にほぼ同等に保つことが可能になり、各露光領域間の撮像画像の画像ムラを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の固体撮像素子の第 1 実施例の製造手順を示す断面図である。

【図 2】

分割露光法を用いて形成された本発明のカラーフィルタの位置関係を示す上面図である。

【図 3】

本発明の固体撮像素子の第 2 実施例の製造手順を示す断面図である。

【図 4】

図 3 に示した固体撮像素子が有するカラーフィルタの形状例を示す要部拡大図である。

【図 5】

図 3 に示した固体撮像素子が有するカラーフィルタの他の形状例を示す要部拡大図である。

【図 6】

本発明の固体撮像素子の第 3 実施例の製造手順を示す断面図である。

【図 7】

本発明の固体撮像素子の第 4 実施例の構成を示す上面図である。

【図 8】

従来の固体撮像素子の構造を示す側断面図である。

【図 9】

図 8 に示した従来のカラーフィルタの形成手順を示す側断面図である。

【図 10】

固体撮像素子に入射される被写体からの光の光路例を示す側断面図である。

【図 11】

図 9 に示した従来の固体撮像素子が有するカラーフィルタ位置ずれ及び第 1 の平坦化膜の形状例を示す要部拡大図である。

【図 12】

分割露光法を用いて形成された従来のカラーフィルタの位置関係を示す上面図である。

【図 13】

分割露光法を用いて形成された従来のカラーフィルタの位置関係を示す上面図

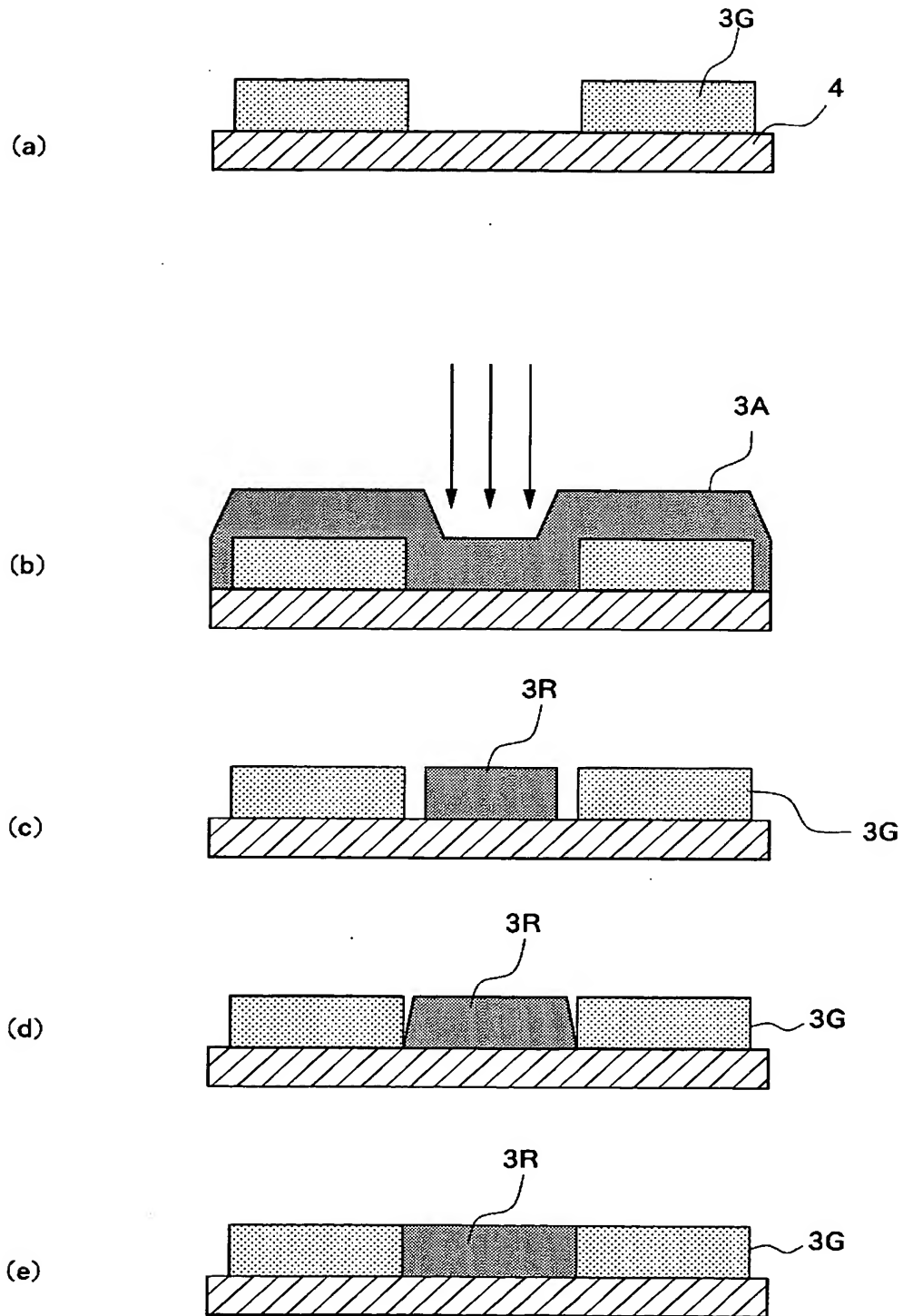
である。

【符号の説明】

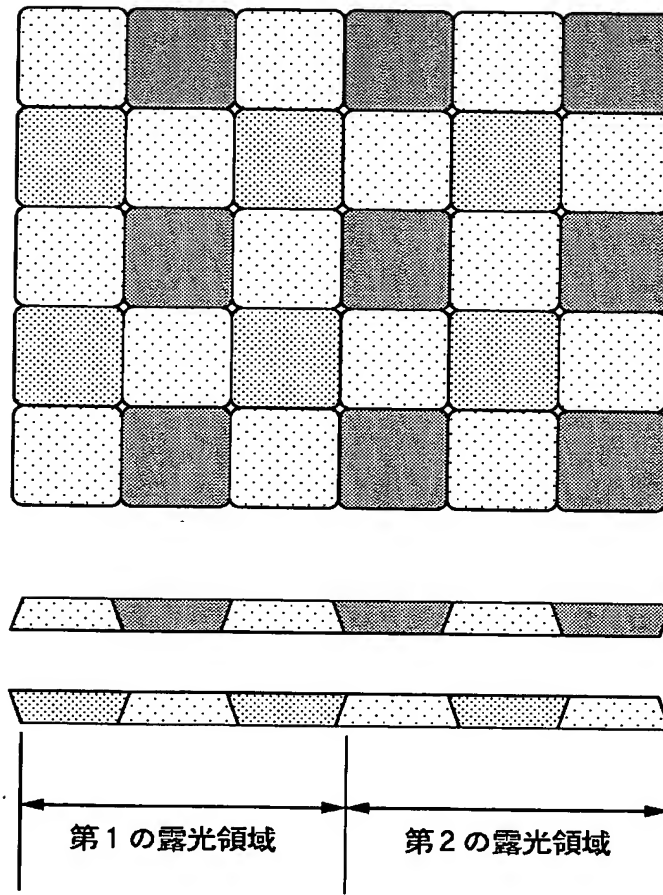
- 2 第 2 の平坦化膜
- 3 A、1 3 A、2 3 A カラーレジスト
- 3 G、1 3 G、2 3 G G フィルタ
- 3 R、1 3 R、2 3 R R フィルタ
- 4 第 1 の平坦化膜

【書類名】 図面

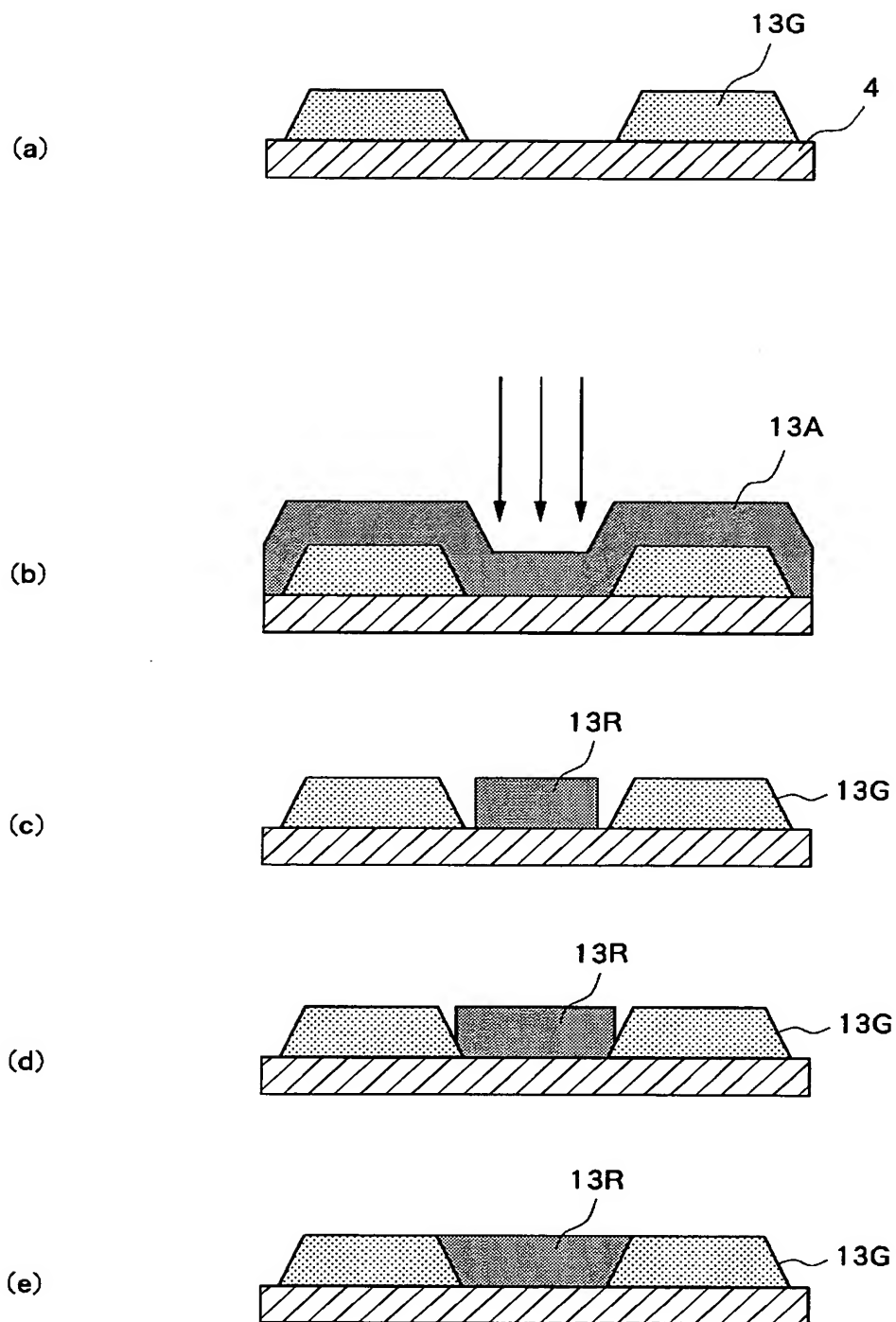
【図 1】



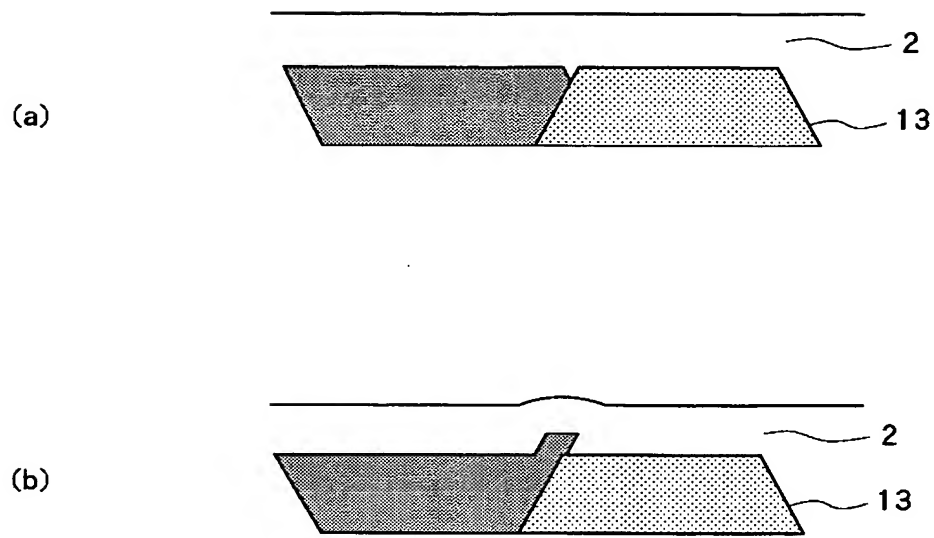
【図 2】



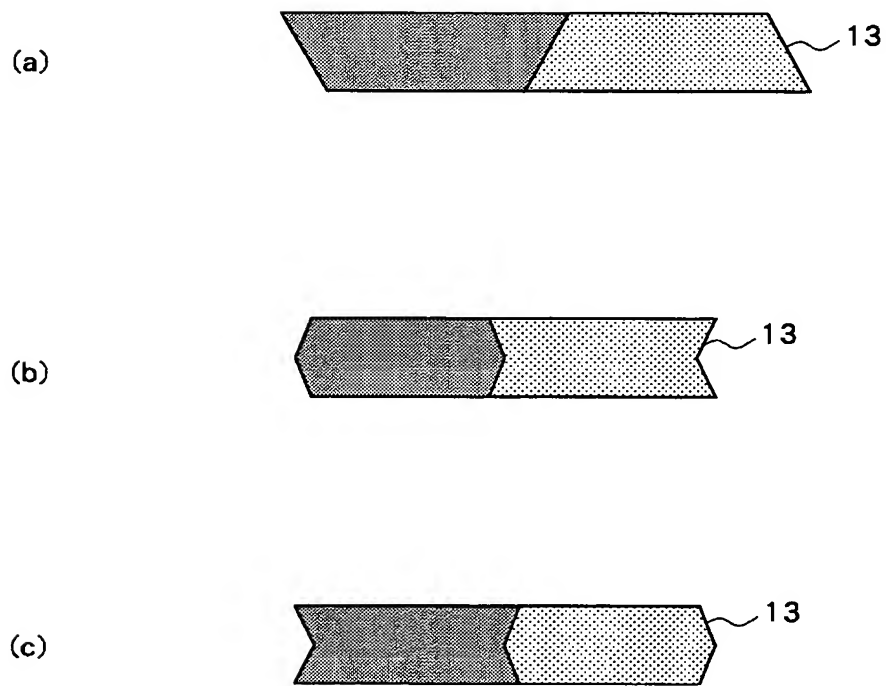
【図 3】



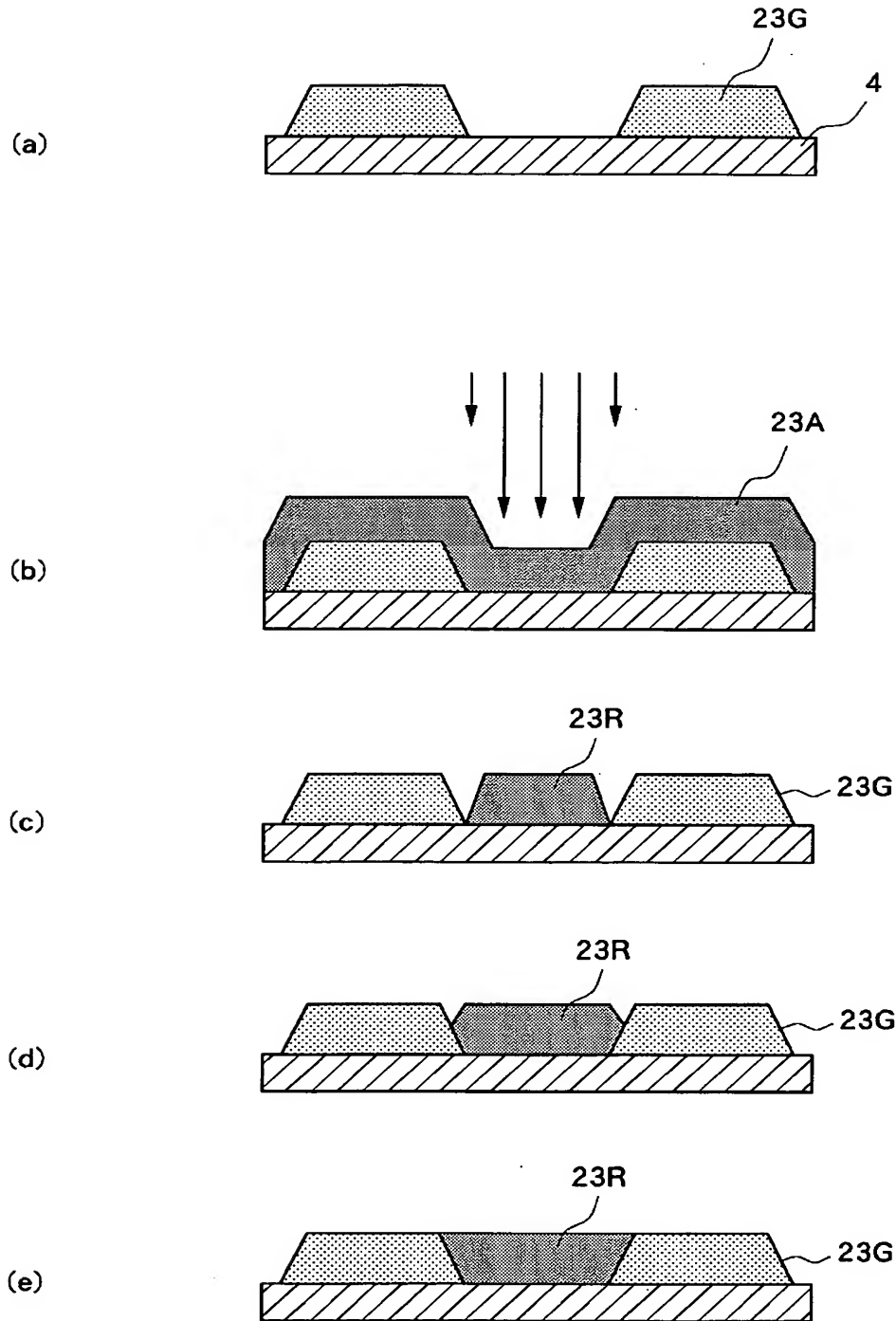
【図 4】



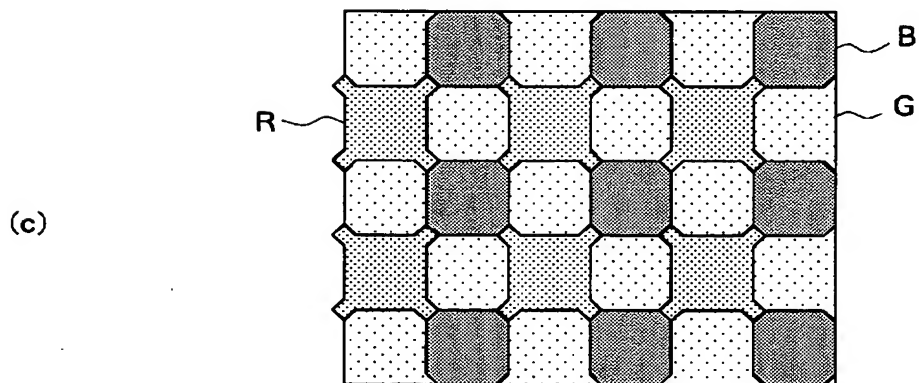
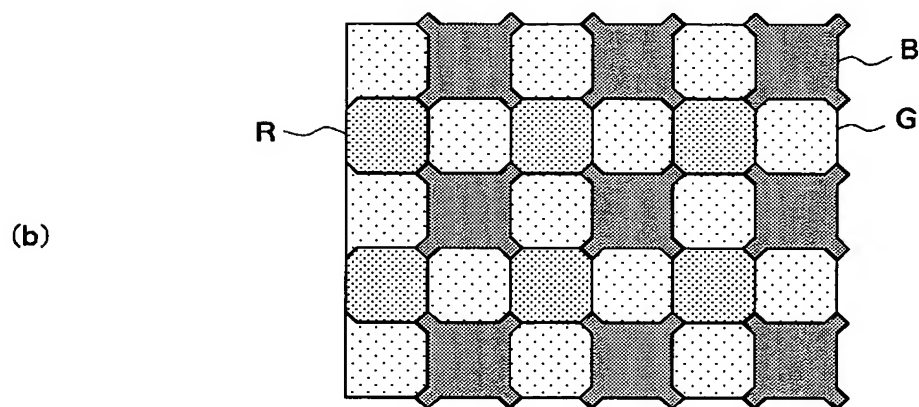
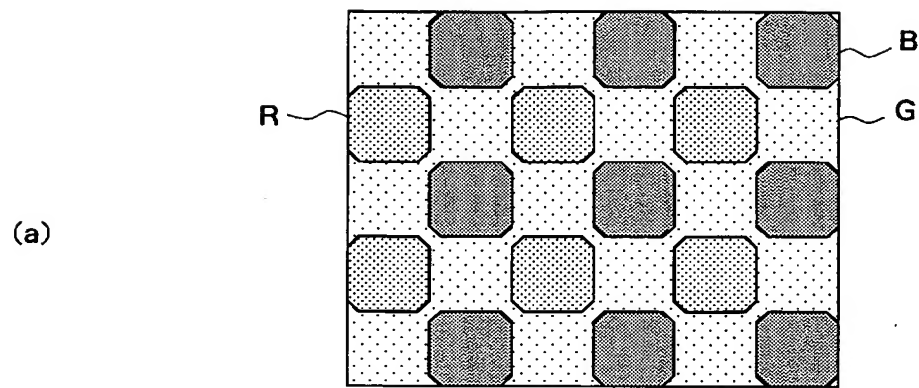
【図 5】



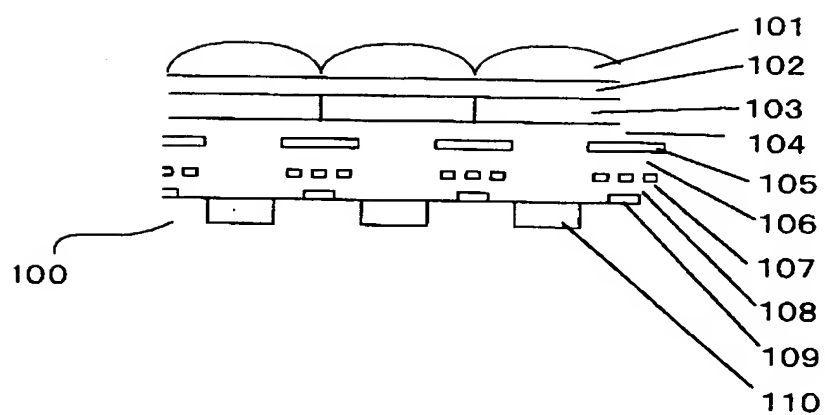
【図 6】



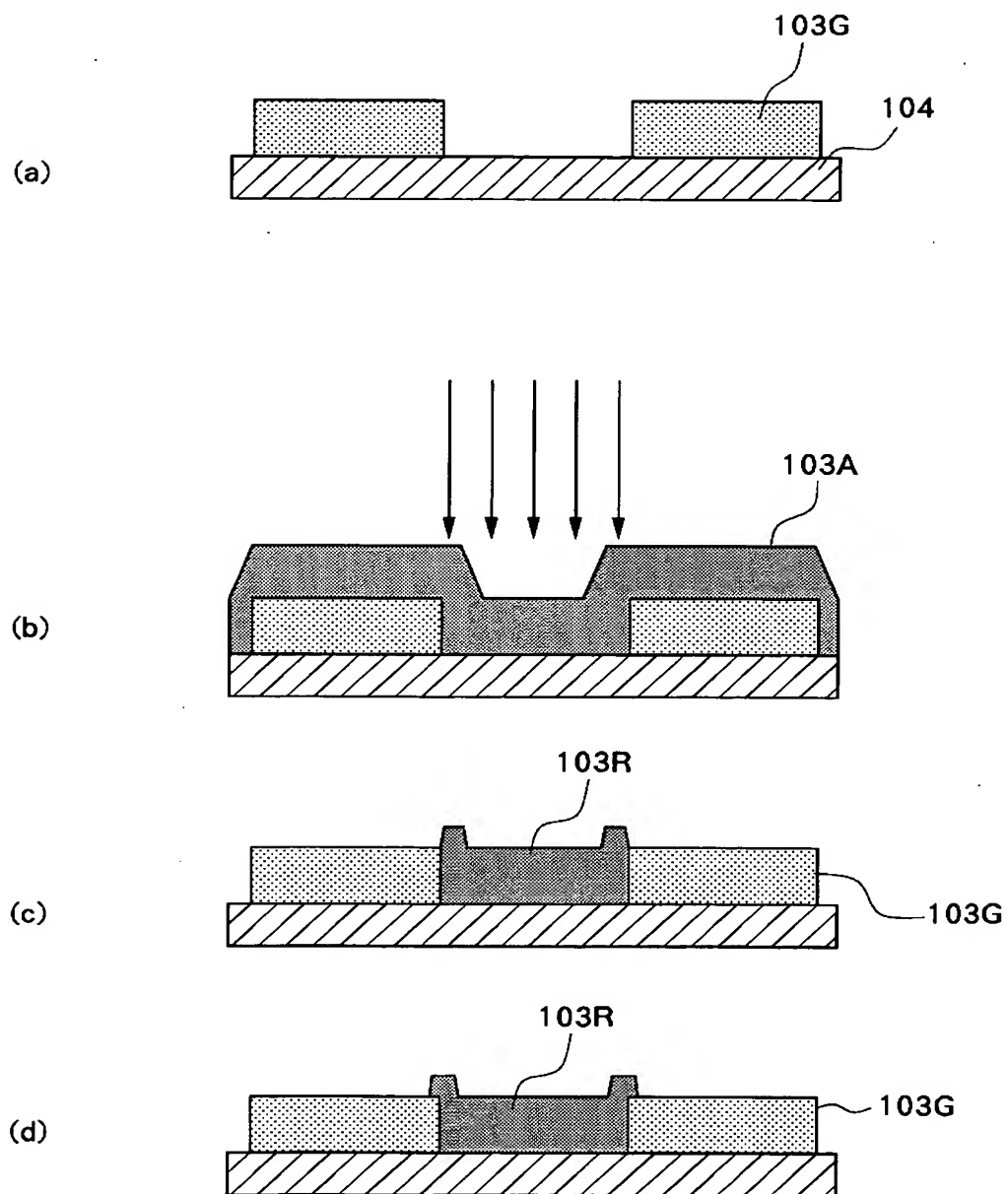
【図 7】



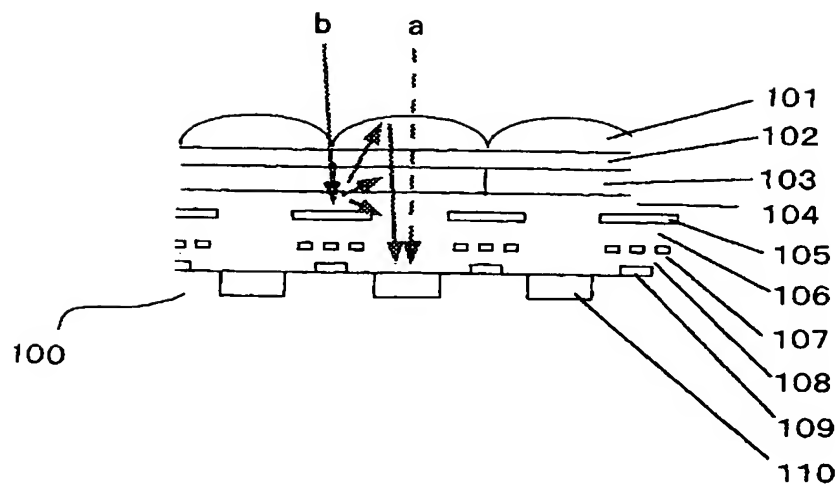
【図 8】



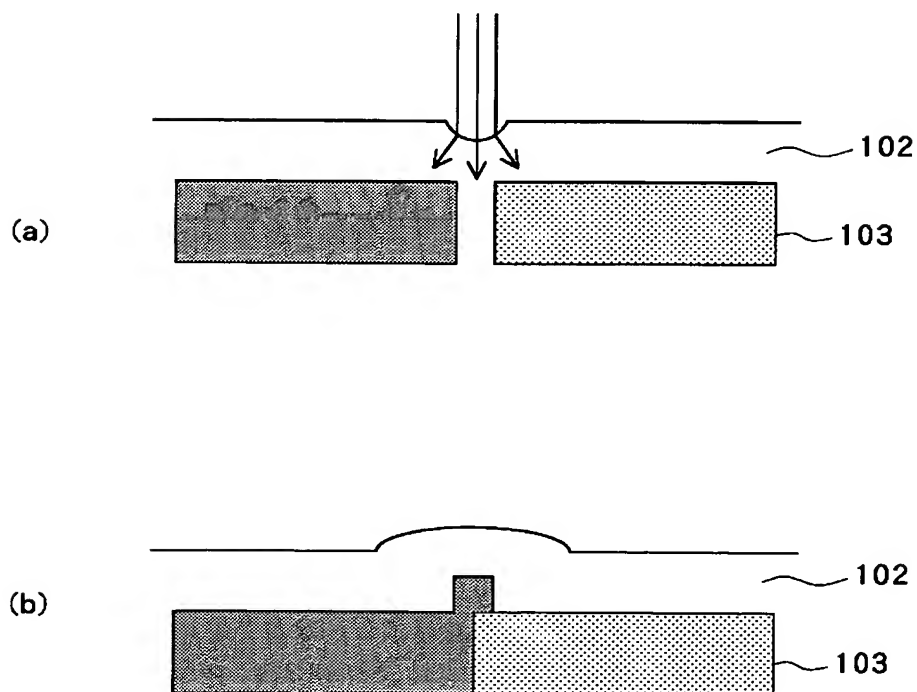
【図 9】



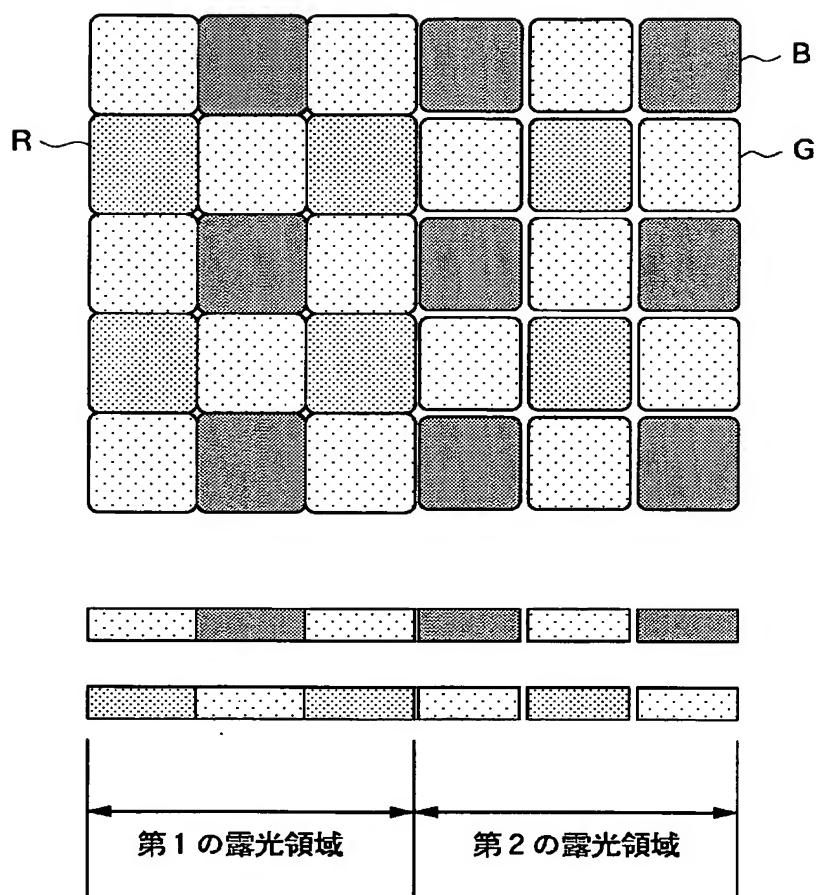
【図 10】



【図 11】

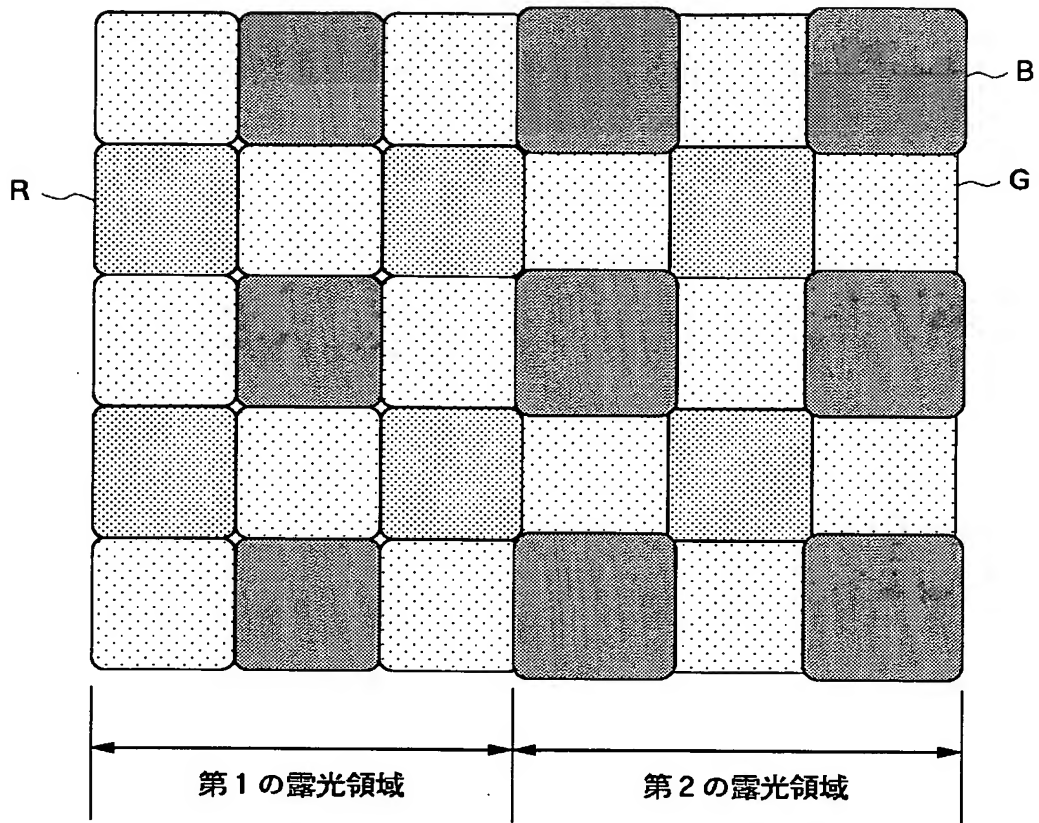


【図 12】



【図 13】

BEST AVAILABLE COPY



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 一般的なフォトリソグラフィ技術によってカラーフィルタを形成するときに発生する光電変換部特性の面内分布を飛躍的に低減すること、また分割露光法を用いてカラーフィルタを形成することで発生する、各露光領域間の撮像画像の画像ムラを低減できる固体撮像素子の製造方法及び固体撮像素子を提供する。

【解決手段】 所定の膜上に第1のカラーフィルタと成るネガ型カラーレジストを全面に塗布し、所定の位置に露光光を照射し、現像することで第1のカラーフィルタを形成し、第1のカラーフィルタを覆うように第2のカラーフィルタと成るネガ型カラーレジストを全面に塗布し、第1の囲まれる領域よりも小さい領域に露光光を照射し、現像することで第2のカラーフィルタを形成する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 2 9 6 4 9 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社

BEST AVAILABLE COPY